

Synthèses

Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires



G. Faure, Y. Chiffolleau, F. Goulet, L. Temple, J.-M. Touzard
Postface : G. Giraud



éditions
Quæ

Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires

Guy Faure, Yuna Chiffoleau, Frédéric Goulet,
Ludovic Temple et Jean-Marc Touzard

Éditions Quæ

Collection Synthèses

Architecture des plantes et production végétale

Les apports de la modélisation mathématique

P. de Reffye, M. Jaeger, coordinateurs, D. Barthélémy, F. Houllier

2018, 360 pages

Les sols et la vie souterraine

Des enjeux majeurs en agroécologie

J.-F. Briat, D. Job

2017, 328 pages

Transformations agricoles et agroalimentaires

Entre écologie et capitalisme

G. Allaire, B. Daviron

2017, 432 pages

Architecture et croissance des plantes

Modélisation et applications

P. De Reffye, M. Jaeger, D. Barthélémy, F. Houllier

2016, E-pub

La Loire fluviale et estuarienne

Un milieu en évolution

F. Moatar, N. Dupont

2016, 320 pages

Éditions Quæ

RD 10, 78026 Versailles Cedex

© Éditions Quæ, 2018

ISBN : 978-2-7592-2813-3

ISSN : 1777-4624

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Chapitre 10

Co-conception de changements techniques et organisationnels au sein des systèmes agricoles

NADINE ANDRIEU, JEAN-MARC BARBIER, SYLVESTRE DELMOTTE,
PATRICK DUGUÉ, LAURE HOSSARD, PIERRE-YVES LE GAL,
ISABELLE MICHEL, FABIEN STARK ET STÉPHANE DE TOURDONNET

Résumé. Les mutations en cours au sein de l'agriculture interrogent les travaux et les méthodes relatifs à la conception de systèmes agricoles innovants. Ce chapitre analyse la spécificité de cinq démarches de co-conception de systèmes techniques testées en France et dans différents pays d'Afrique et d'Amérique latine. Elles se basent sur des interactions fortes entre les acteurs impliqués dans ces démarches, facilitées par une diversité d'objets intermédiaires tels que la modélisation ou l'expérimentation agronomique en milieu paysan. Elles ont permis de produire des connaissances opérationnelles et scientifiques sur des changements techniques et leurs conditions de mise en œuvre à l'échelle de l'exploitation ainsi que sur les conditions institutionnelles favorables à l'émergence de nouveaux systèmes. Ces démarches mobilisent des compétences ne relevant pas seulement de l'agronomie. L'intégration de chercheurs relevant des sciences humaines s'avère centrale, en particulier pour analyser comment hybrider des connaissances multiples en vue d'accompagner l'innovation au sein des exploitations et des territoires.

L'agriculture doit répondre à de nouveaux défis. Elle doit être plus efficiente, pour prendre en compte des attentes sociétales de plus en plus prégnantes telles que la réduction des pollutions associées à l'usage des fertilisants et des pesticides, la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, le maintien de la biodiversité et l'accès à une alimentation saine et équilibrée (Schaible et Aillery, 2017 ; Brooks, 2014).

Ces enjeux nécessitent d'accompagner l'innovation agricole dans ses dimensions techniques, organisationnelles et institutionnelles (voir le chapitre 3). Le producteur y joue un rôle actif ; il n'est plus relégué à un rôle d'usager, adoptant des propositions techniques issues de la recherche, mais devient un co-concepteur de l'innovation (voir le chapitre 8). Cela implique d'interroger les travaux et les méthodes relatifs à la conception de systèmes agricoles innovants (Meynard *et al.*, 2012).

Ces travaux portent sur la mise au point de méthodes de conception et d'évaluation des systèmes agricoles à plusieurs échelles (Meynard *et al.*, 2012), depuis la parcelle ou le troupeau, jusqu'à l'exploitation agricole ou aux territoires. Sur cette base, les agronomes analysent les effets à court et long termes des innovations (variétés, pesticides, engrais, modes de culture, d'élevage ou d'irrigation, biotechnologies), en prenant en compte les modifications qu'elles sont susceptibles d'induire sur les systèmes de production, les territoires et les filières. Ces connaissances sont mobilisées pour concevoir de nouveaux systèmes de culture et d'élevage, combinant savoirs scientifiques et savoirs empiriques des acteurs directement concernés.

Les démarches de conception sont de nature diverse. Hatchuel *et al.* (2006) en différencient deux principales. Dans la première, la conception est réglée, les connaissances et les expertises sont disponibles en début de processus. Les objectifs de la conception et les processus de validation (prototypes, essais, tests, division du travail) sont bien définis à l'avance. Dans la seconde, la conception innovante vise à satisfaire des attentes nouvelles non parfaitement définies au départ. Les objectifs multiples se construisent chemin faisant, par la concertation entre acteurs. Dans le prolongement de cette distinction, Meynard *et al.* (2012) spécifient dans l'agriculture la conception *de novo* et la conception pas à pas. La conception *de novo* privilégie l'invention de systèmes (culture, élevage, production) en rupture avec l'existant. Elle s'accompagne de la production de scénarios, qui permettent d'explorer une large gamme de futurs possibles mettant en jeu des changements profonds. Mais cette démarche ne met pas l'accent sur les transformations nécessaires pour passer du système actuel au système innovant (Prost *et al.*, 2016). La conception pas à pas cherche à organiser le changement ou les évolutions en s'appuyant sur des évaluations et des boucles d'apprentissage itératives. Dans cette approche incrémentale, le producteur met progressivement au point son nouveau système, tout en apprenant à le piloter, se convainc de son intérêt et réorganise son travail et ses moyens de production en conséquence.

Partant d'une revue de la littérature, Le Gal *et al.* (2011) affinent la réflexion avec une typologie des approches de conception. Ils mettent en évidence des approches *design-oriented*, où la participation des acteurs est limitée, et des démarches *design-support*, où l'enjeu est d'accompagner les acteurs dans un processus de changements techniques et/ou organisationnels. Le premier courant inclut des démarches de prototypage et de modélisation. Le second inclut successivement des démarches participatives (*participation-based*) visant à renforcer les capacités des acteurs sans recours à la modélisation ; des démarches articulant modélisation et participation des acteurs (*support-modelling*) pour comparer différentes alternatives techniques, et enfin des démarches visant à conseiller les producteurs (*advisory-oriented*). Ces processus participatifs sont particulièrement importants pour produire de nouvelles

connaissances, des apprentissages, des technologies et des produits ayant du sens pour les producteurs (Berthet *et al.*, 2015). Ils reposent en effet sur une place importante donnée à la gestion des interactions entre les parties prenantes du processus de recherche-action, afin de mieux combiner ou hybrider des savoirs multiples, et ils utilisent des outils d'exploration spécifiques. Ces outils facilitent la médiation et l'élaboration d'un langage commun entre les partenaires; ils jouent alors le rôle d'objets intermédiaires (Vinck, 1999).

L'objectif de ce chapitre est d'analyser la spécificité des démarches de co-conception de systèmes techniques mobilisées par les auteurs, en les positionnant et en les comparant à d'autres travaux issus de la littérature. Pour ce faire, nous présentons cinq cas d'étude qui visent à construire des méthodes, des outils et des dispositifs de co-conception et d'évaluation participative de systèmes techniques, dans des contextes variés.

Le système technique est défini comme l'ensemble des moyens techniques et des pratiques de production végétale ou animale coordonnés par un producteur à l'échelle de son exploitation dans un objectif de résultat, en mobilisant des facteurs de production et des règles de décision (Osty, 1996). Ce concept permet d'englober une diversité d'objets d'étude, comme l'évaluation des performances des ateliers et de l'exploitation, l'analyse et l'accompagnement des processus de décision des producteurs ou la façon dont ces derniers allouent leurs ressources en vue de produire des biens animaux ou végétaux.

Les cinq cas d'étude analysés ont ainsi pour point commun les relations entre le producteur et le fait technique, prenant en compte la diversité de types d'agricultures (agriculture biologique, agroforesterie, agriculture de conservation, systèmes de polyculture-élevage), au Nord comme au Sud, en vue d'accompagner les processus d'innovation qui se jouent à l'échelle des exploitations agricoles et des territoires (bassin d'approvisionnement agroalimentaires, espaces partagés avec divers acteurs).

Comme suggéré par Berthet *et al.* (2015), nous analysons les démarches de co-conception de systèmes techniques mises en œuvre en fonction de trois dimensions : le type d'interactions entre acteurs, le type d'objets intermédiaires mobilisés avec les acteurs et les résultats produits par ces démarches. Nous positionnons également ces démarches de co-conception au regard du point de départ choisi par les concepteurs pour appuyer l'évolution des pratiques, tel que défini par Doré et Meynard (2006), à savoir les connaissances sur le fonctionnement biophysique des productions concernées, la technique, ou les logiques d'action.

» Quels types d'interaction entre les acteurs de la co-conception de systèmes techniques ?

Les cinq démarches analysées (tableau 10.1) s'appuient sur des interactions entre les chercheurs et les producteurs. Certaines incluent par ailleurs les acteurs du conseil, ou encore des acteurs institutionnels.

Tableau 10.1. Caractéristiques des cinq démarches de co-conception de systèmes techniques étudiées.

Cas d'étude	Objectif	Zone d'étude	Acteurs impliqués	Source
Amélioration des systèmes céréales-coton-élevage (ACCE)	Améliorer les systèmes coton-céréales-élevage dans un contexte de pression anthropique et de dégradation des ressources naturelles	Nord du Cameroun	Producteurs et conseillers de la Société de développement du coton	Djamen Nana <i>et al.</i> (2003); Dugué et Dounias (1997)
Démarche d'évaluation intégrée des systèmes agricoles (IAAS)	Définir et évaluer <i>ex ante</i> des scénarios d'avenir pour l'agriculture, en impliquant l'organisation de producteurs de riz et le Parc naturel régional, en particulier pour l'extension de la conversion à l'agriculture biologique (AB)	Camargue	Organisation de producteurs de riz, Parc naturel régional	Delmotte <i>et al.</i> (2016)
<i>Agroecology Based Aggradation CO</i> nsevation <i>agriculture</i> (ABACO)	Tester avec les acteurs de terrain la faisabilité technique et organisationnelle de l'agriculture de conservation en Afrique subsaharienne	Burkina Faso	Organisations de producteurs, conseillers, instances traditionnelles, services techniques	Dabire <i>et al.</i> (2016)
Démarche <i>Crop Livestock Farm Simulator</i> (CLIFS)	Aider des producteurs, ayant un projet d'évolution à moyen et long termes de leurs exploitations, dans leurs réflexions sur les voies possibles à suivre à l'aide de scénarios co-construits	Brésil, Maroc, Pérou, Madagascar, Sud-Ouest de la France, Burkina-Faso	Producteurs, conseillers	Le Gal <i>et al.</i> (2013)
Aide à la décision mise en œuvre par des étudiants de Montpellier SupAgro (SupAgro)		Camargue	Étudiants, équipe pédagogique, producteurs	Michel <i>et al.</i> (2018)

Ainsi, les démarches ACCE (Amélioration des systèmes céréales-coton-élevage) et CLIFS (*Crop Livestock Farm Simulator*) ont pour cible supplémentaire le conseiller, ce qui a des répercussions sur la personne en charge de l'utilisation des outils de co-conception et sur leur transfert à des acteurs de terrain. La démarche ACCE repose ainsi sur des étapes mobilisant l'expertise du conseiller, en particulier lors des expérimentations en milieu paysan, pour mettre au point et valider des innovations techniques avec les producteurs et pour assurer le suivi, sur un cycle annuel,

des modifications engendrées dans la gestion de certains ateliers et ressources. La démarche CLIFS est quant à elle mise en œuvre par le producteur avec, cette fois-ci, l'appui d'un interlocuteur pouvant être un conseiller. La démarche CLIFS simule et évalue un scénario initial, puis des scénarios d'évolution stratégique souhaités par le producteur en fonction de ses objectifs de production et des performances des scénarios simulés.

Dans le cadre des démarches IAAS (évaluation intégrée des systèmes agricoles, en Camargue) et ABACO (*Agroecology Based Aggradation Conservation Agriculture*), plusieurs acteurs de l'environnement institutionnel des producteurs sont cette fois-ci impliqués. La démarche IAAS implique les producteurs et les institutions locales concernées par les questions agricoles. L'engagement de ces acteurs dans le projet est formalisé, leurs perceptions des évolutions et de l'avenir de l'agriculture dans le territoire et leurs critères d'appréciation ou de performances sont considérés. Ils sont ensuite impliqués dans les étapes suivantes de la démarche, à savoir la simulation et la discussion des scénarios de changement à différentes échelles (parcelle, exploitation, région Camargue). La démarche ABACO repose quant à elle sur la formalisation d'une plateforme d'innovation composée de deux organes :

- un organe technique, composé des représentants des organisations de producteurs de coton et d'éleveurs et des services techniques chargés de co-concevoir des systèmes de culture basés sur les principes de l'agriculture de conservation ;
- un organe institutionnel, composé des instances traditionnelles, des représentants des organisations de producteurs de coton et d'éleveurs, et des services techniques, chargés d'aborder les questions d'accès au marché, aux résidus de culture ou au foncier.

Dans toutes ces démarches, l'interaction entre les chercheurs et les acteurs de terrain est centrale, à la fois pour produire des connaissances sur les systèmes techniques mis en œuvre et pour co-construire des alternatives. Ce partenariat est souvent informel. Mais Vall *et al.* (2016) montrent l'importance de le formaliser, par la construction d'un objectif partagé et la définition de cahiers des charges entre les partenaires, de manière à aboutir à des changements effectifs, car construits sur l'engagement des acteurs.

» Quels types d'objets intermédiaires dans la co-conception de systèmes techniques ?

Dans ces cinq démarches, on constate le rôle important des objets intermédiaires fondés principalement sur la modélisation ou l'expérimentation.

Cette place importante de la modélisation est observée dans d'autres travaux de co-conception rencontrés dans la littérature (Duru *et al.*, 2012 ; Moraine *et al.*, 2016 ; Stark et Fanchone, 2014) et permet de renouveler une agronomie des pratiques, jugée parfois trop descriptive et limitée à une évaluation *ex post*, par des approches plus prospectives. La modélisation peut être mobilisée à différentes étapes de la co-conception, pour représenter les objets d'étude, simuler leurs évolutions ou les évaluer *ex ante*.

L'utilisation de l'expérimentation comme objet intermédiaire pour la co-conception est, elle aussi, très présente dans les travaux de prototypage de systèmes de culture (Rapidel *et al.*, 2009 ; Le Bellec *et al.*, 2012) et permet au producteur de mesurer par lui-même, avec l'appui du chercheur, la faisabilité des changements techniques.

Dans trois des cinq démarches étudiées, la modélisation prend différentes formes. Il s'agit de feuilles de calcul sous tableurs, de modèles bioéconomiques ou multi-agents, mais aussi de représentations cartographiques. Ces outils visent à la fois à synthétiser et à articuler les connaissances sur les systèmes techniques existants et surtout à explorer des changements avec les acteurs.

Ainsi, la démarche CLIFS repose sur l'utilisation d'un outil de simulation dédié aux exploitations de polyculture-élevage, qui se veut compréhensible pour les producteurs et les conseillers, tant dans sa structure que dans ses procédures de calcul et ses variables de sortie. L'outil de calcul est utilisable avec les producteurs et transférable à des conseillers agricoles. Cet outil de simulation sert de support de dialogue entre le chercheur, le producteur et le conseiller, quand ce dernier est mobilisé, sur les changements stratégiques de l'exploitation.

Dans la démarche effectuée dans le cadre de la formation à Montpellier-SupAgro, les étudiants modélisent de façon conceptuelle les règles d'assolement et de rotation, d'organisation du travail à l'année, de conduite des soles de culture. Ils conçoivent ensuite des modèles informatiques très simples : des représentations cartographiques du parcellaire sur des systèmes d'information géographique et des feuilles de calcul sur tableurs intégrant les règles structurant l'organisation du travail. Ces outils permettent aux étudiants de tester les changements qu'un producteur aimerait introduire, tout en représentant les étapes possibles pour leur mise en œuvre dans l'exploitation (introduction d'une nouvelle culture, par exemple, ou encore conversion vers l'agriculture biologique). Les résultats des simulations font l'objet de discussions entre les étudiants et le producteur, interpellé quant aux impacts et à la faisabilité de ces changements dans son exploitation.

La démarche IAAS mobilise également la modélisation comme support de discussion avec les acteurs dans différentes arènes (ateliers participatifs, réunions plus formelles avec les acteurs institutionnels), mais ici trois types d'outils sont utilisés. Il s'agit de modèles de culture, pour décrire les performances des systèmes de culture conventionnels ou biologiques, d'un modèle multi-agents, mis en œuvre lors de sessions collectives avec les producteurs pour identifier des trajectoires techniques possibles d'évolution vers l'agriculture biologique, et d'un modèle bioéconomique, pour une évaluation multicritères avec les acteurs locaux de différentes options d'extension de l'agriculture biologique à l'échelle de l'exploitation et de la région.

Dans la démarche ACCE, l'expérimentation, suivie de la restitution et de la mise en débat des résultats, a constitué le principal objet intermédiaire. Le diagnostic partagé entre les chercheurs et les producteurs au sujet du fonctionnement des exploitations et le partage de règles de calcul pour mieux dimensionner les stocks fourragers constituent aussi des objets intermédiaires pour favoriser la discussion autour des changements techniques ou organisationnels au sein des exploitations.

Dans le cadre de la démarche ABACO, plusieurs objets intermédiaires ont été proposés pour animer les plateformes d'innovation :

- l’expérimentation individuelle par le producteur de systèmes de culture basés sur les principes de l’agriculture de conservation, afin qu’il analyse leur faisabilité ;
- la simulation informatique des performances des exploitations, avec un nombre restreint de producteurs, pour réfléchir aux articulations entre les systèmes de culture et les systèmes d’élevage ;
- les cartes à l’échelle du territoire, pour discuter avec les producteurs sur les conditions d’insertion de zones dédiées à l’agriculture de conservation dans les villages.

► Quels résultats de ces démarches de co-conception de systèmes techniques ?

Les différentes démarches de co-conception analysées ont abouti à des résultats de différente nature.

Conception d’outils et de méthodes appréciés des producteurs

Les producteurs ont généralement apprécié la capacité des outils et des méthodes utilisés à intégrer les différentes composantes de l’exploitation dans une approche holistique, et à comparer différentes options et leurs effets sur la gestion des facteurs de production et sur les performances ; ce fut le cas notamment pour les démarches CLIFS, IAAS ou Montpellier-SupAgro. L’évaluation quantitative des changements futurs possibles, effectuée pour leur propre exploitation et non sur des cas types, ainsi que le caractère réaliste des scénarios simulés ont aussi été appréciés.

Les différentes démarches ont aussi abouti à la conception d’outils méthodologiques utiles dans d’autres situations. Le logiciel CLIFS peut être utilisé pour d’autres exploitations de la même zone mais aussi dans d’autres pays, moyennant quelques adaptations. IAAS a débouché sur une méthode générique d’évaluation intégrée des systèmes de production, pour analyser une diversité d’indicateurs à différentes échelles (exploitation agricole et territoire).

Des connaissances opérationnelles et scientifiques sur des changements techniques et leurs conditions de mise en œuvre à l’échelle de l’exploitation

Ces démarches permettent de co-construire des visions partagées entre chercheurs et producteurs ou d’explorer les futurs possibles, comme observé dans d’autres travaux de même type (Martin *et al.*, 2011 ; Moraine *et al.*, 2016). Les différentes démarches ont ainsi permis d’explorer avec les producteurs des pistes d’amélioration technique telles que l’agriculture de conservation, l’insertion de cultures fourragères, les conduites plus intensives de certains animaux de trait et d’élevage, la production de fumure organique ou les changements de rotation ou de culture.

Les conditions pour la mise en œuvre de ces changements techniques au sein de l'exploitation ont pu aussi être appréhendées, en particulier au regard du temps de travail, de la gestion de la trésorerie et des revenus, et/ou des choix d'assolement. Les démarches CLIFS ou SupAgro ont plus spécifiquement permis de traiter avec les producteurs de leurs choix d'orientation stratégique en matière d'ateliers de production et de dimensionnement de ces ateliers (choix de la taille d'un troupeau laitier et de l'assolement à mettre en place, par exemple). Ces modifications de connaissances chez les acteurs sont une étape importante pour conduire à des changements de pratiques et à une transformation des systèmes de culture et d'élevage.

Dogliotti *et al.* (2014), utilisant une démarche de co-conception appliquée à des systèmes maraîchers, ont pu analyser les effets sur les pratiques des producteurs faisant partie de l'expérimentation. Observer des changements de pratiques est beaucoup plus difficile lorsque les démarches visent à orienter les choix stratégiques des producteurs, mais cette analyse des effets de nos démarches reste utile pour faire évoluer nos modes d'interactions avec les acteurs. Ce type d'analyse a été mené dans le cadre de la démarche ABACO, où une amélioration des connaissances des producteurs sur l'agriculture de conservation et un début d'adoption de ces systèmes innovants ont été observés. De même, Sempore *et al.* (2016), ayant mis en œuvre une démarche d'accompagnement individuel similaire à la démarche CLIFS, ont montré son effet positif sur les pratiques, permis par une meilleure connaissance des flux entre les systèmes de culture et les systèmes d'élevage.

Il apparaît ainsi important de renforcer l'évaluation des effets de ces démarches, que ces effets consistent en une stimulation des apprentissages, en des décisions tangibles prises par les producteurs, ou en l'adoption des nouveaux systèmes techniques co-conçus et leurs impacts sur la sécurité alimentaire ou l'amélioration des revenus.

Des connaissances scientifiques sur les conditions institutionnelles favorables à l'émergence de nouveaux systèmes

Ces démarches ont aussi permis d'identifier les conditions institutionnelles favorables à l'émergence de nouveaux systèmes de production. Ces conditions étaient parfois prises en compte dans le cadre des méthodes utilisées et dans les modèles mais, dans d'autres cas de figure, la question des conditions est ressortie des discussions avec les acteurs impliqués. Il s'agit, par exemple, des besoins d'actions collectives, de la nécessité d'équipements à partager, de l'importance de l'approvisionnement en intrants et en semences, ou du renforcement de la sécurisation foncière (propriété, location, métayage), points qui furent abordés à l'issue des discussions menées dans le cadre de la démarche ACCE. Dans le cadre de la démarche IAAS, les conséquences d'une modification des politiques publiques de soutien à l'agriculture (baisse des aides directes aux cultures, renforcement des mesures agro-environnementales) sur les assolements des exploitations et sur l'utilisation de l'espace agricole du territoire, puis les conséquences des évolutions de l'usage de l'espace sur des indicateurs environnementaux, économiques et sociaux, étaient plus explicitement pris en compte dans les outils de modélisation.

Les limites d'une généralisation de l'agriculture biologique dans le territoire ont été ainsi discutées, de même que les complémentarités entre différentes formes d'agriculture sur un même espace.

Certains de ces travaux ont débouché sur des recommandations faites aux acteurs du développement afin de faciliter les changements à plus grande échelle. Au Nord Cameroun, la démarche ACCE a permis l'identification de programmes de développement régional et de nouvelles règles de gestion de l'espace au niveau villageois ou de fonctionnement des groupements de producteurs pour la gestion d'un stock d'intrants d'élevage (médicaments vétérinaires). Dans le cadre de IASS, la démarche et certains de ces résultats ont été utilisés par les représentants du Parc naturel régional de Camargue pour avancer dans l'élaboration des mesures agro-environnementales locales. La démarche ABACO a aussi permis de définir de nouvelles règles d'accès aux résidus de culture à l'échelle collective (village) et d'amorcer une réflexion sur les chartes foncières.

► Conclusion et perspectives d'évolution pour les démarches de co-conception de systèmes techniques

Les démarches de co-conception de systèmes techniques présentées dans ce chapitre renforcent les capacités gestionnaires des producteurs, afin qu'ils élaborent par eux-mêmes des solutions pour répondre aux problématiques auxquelles eux et leur famille sont confrontés. Elles mobilisent pour ce faire des objets intermédiaires variés, facilitant l'élaboration d'un langage commun entre les partenaires de la démarche et l'exploration des futurs possibles. Les innovations co-conçues dans ces démarches sont aussi bien un objet technique (le mode de travail du sol), un système complet (un système de culture ou de production, par exemple, pour les exploitations de polyculture-élevage) ou un changement organisationnel (gestion du travail et des équipements), qui sont replacés au sein de l'exploitation agricole et du territoire.

Les transformations en cours au sein de l'agriculture, notamment celles fondées sur l'agro-écologie, placent sur le devant de la scène ces démarches de co-conception de systèmes techniques pour accompagner les producteurs. Mais elles appellent aussi à renforcer la prise en compte des interactions entre les producteurs et les autres acteurs concernés (notamment les acteurs du système alimentaire, lorsqu'il s'agit d'améliorer la sécurité alimentaire, ou ceux impliqués dans la gestion de l'écosystème, lorsqu'il s'agit de préserver les ressources naturelles). Ces interactions avec de multiples acteurs peuvent être déterminantes dans l'orientation des innovations (choix des innovations, faisabilité et acceptabilité).

Les auteurs de ces travaux de recherche mentionnent tous des processus réclamant des compétences qui ne relèvent pas seulement de l'agronomie, par exemple pour évaluer des apprentissages ou pour appréhender les questions de changement d'échelle. Ces contraintes posent la question de la configuration des dispositifs de recherche-action, qui peuvent nécessiter l'intégration de chercheurs relevant des sciences humaines.

► Références bibliographiques

- Berthet E.T.A., Barnaud C., Girard N., Labatut J., Martin G., 2015. How to foster agroecological innovations? A comparison of participatory design methods. *Journal of Environmental Planning and Management*, 1-22, DOI: 10.1080/09640568.2015.1009627
- Brooks J., 2014. Policy coherence and food security: The effects of OECD countries' agricultural policies. *Food Policy*, 44, 88-94.
- Dabire D., Andrieu N., Djmen P., Coulibaly K., Posthumus H., Diallo A.M., Karambiri M., Douzet J.-M., Triomphe B., 2017. Operationalizing an innovation platform approach for community based participatory research on conservation agriculture in Burkina Faso. *Experimental agriculture*, 53(3), 460-479.
- Delmotte S., Barbier J.-M., Mouret J.-C., Le Page C., Wery J., Chauvelon P., Sandoz A., Lopez Ridaura S., 2016. Participatory integrated assessment of scenarios for organic farming at different scales in Camargue, France. *Agricultural systems*, 143, 147-158.
- Djamen Nana P., Djonnewa A., Havard M., Legile A., 2003. Former et conseiller les agriculteurs du Nord-Cameroun pour renforcer leurs capacités de prise de décision. *Cahiers Agricoles*, 12, 241-245.
- Dogliotti S. García M.C., Peluffo S., Dieste J.P., Pedemonte A.J., Bacigalupe G.F., Scarlato M., Alliaume F., Alvarez J., Chiappe M., Rossing W.A.H., 2014. Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems*, 126, 76-86.
- Doré T., Meynard J.-M., 2006. Trois approches agronomiques pour appuyer l'évolution des pratiques agricoles, In : *L'agronomie aujourd'hui* (Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J, eds), Éditions Quæ, Versailles, 33-41.
- Dugué P., Dounias I., 1997. Intensification, choix techniques et stratégies paysannes en zone cotonnière du Cameroun. Le cas des systèmes de culture des zones d'installation des agriculteurs migrants, In : *Succès et limites des révolutions vertes* (Griffon M., ed.), Cirad, Montpellier, France, 93-106.
- Duru M., Felten, B., Theau J.-P., Martin G., 2012. A modelling and participatory approach for enhancing learning about adaptation of grassland-based livestock systems to climate change. *Regional Environmental Change*, 12, 739-750.
- Hatchuel A., Le Masson P., Weil B., 2006. *Les processus d'innovation. Conception innovante et croissance des entreprises*, Hermès, Paris.
- Le Bellec F., Rajaud A., Ozier-Lafontaine H., Bockstaller C., Malezieux E., 2012. Evidence for farmers' active involvement in co-designing citrus cropping systems using an improved participatory method. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(3), 703-714.
- Le Gal P.-Y., Bernard J., Moulin C.-H., 2013. Supporting strategic thinking of smallholder dairy farmers using a whole farm simulation tool. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 1119-1129.
- Le Gal P.-Y., Dugué P., Faure G., Novak S., 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural Systems*, 104, 714-728.
- Martin G., Theau J.-P., Therond O., Martin-Clouaire R., Duru M., 2011. Diagnosis and simulation: a suitable combination to support farming systems design. *Crop & Pasture Science*, 62, 328-336.
- Meynard J.-M., Dedieu B., Bos A.-P., 2012. Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods and practices. In: *Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic* (I. Darnhofer, D. Gibbon, B. Dedieu, ed.), Springer, 407-432.
- Michel I., Barbier J.M., Mouret J.-C., 2018. La Camargue rizicole : un laboratoire à ciel ouvert pour former des ingénieurs agronomes, In : *Le Riz et la Camargue. Vers des agroécosystèmes durables* (Mouret J.-C., Leclerc B., coord.), Cardère – Educagri, 71-81.
- Moraine M., Grimaldi J., Murgue, C., Duru M., Therond O., 2016. Co-design and assessment of cropping systems for developing crop-livestock integration at the territory level. *Agricultural Systems*, 147, 87-97.

Osty P.L., 1996. Methods and scales of intervention. What methodological renewal for system research? In: *System-oriented research in agriculture and rural development*. Proceedings of an international symposium, November 21-25 1994, Montpellier, France, Cirad, 196-210.

Prost L., Berthet E.T.A., Cerf M., Jeuffroy M.-H., Labatut J., Meynard J.-M., 2016. Innovative design for agriculture in the move towards sustainability: scientific challenges. *Research in Engineering Design*, Springer Verlag, DOI 10.1007/s00163-016-0233-4.

Rapidel B., Traore B.S., Sissoko F., Lancon J., Wery, J., 2009. Experiment-based prototyping to design and assess cotton management systems in West Africa. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 545-556.

Schaible G.D., Aillery M.P., 2017. Challenges for US Irrigated Agriculture in the Face of Emerging Demands and Climate Change. In: *Competition for Water Resources. Experiences and Management Approaches in the US and Europe* (J.R. Ziolkowska, J.M. Peterson, eds), Elsevier, 44-79.

Sempore A.W., Andrieu N., Nacro H.B., Le Gal P.-Y., Sedogo M.P., 2016. Supporting better crop-livestock integration on small-scale West African farms: a simulation-based approach. *Agroecology and sustainable food systems*, 40, 3-23.

Stark F., Fanchone A., 2014. Le concept d'intégration au cœur de la conception d'un pilote en polyculture-élevage adapté aux exploitations agricoles de Guadeloupe. *Innovations Agronomiques*, 39, 113-124.

Vall E., Chia E., Blanchard M., Koutou M., Coulibaly K., Andrieu N., 2016. La co-conception en partenariat de systèmes agricoles innovants. *Cahiers Agricultures*, 25(1).

Vinck D., 1999. Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales. *Revue française de sociologie*, 40, 385-414.